

## OPTIMASI EFISIENSI MOTOR BAKAR SISTEM INJEKSI MENGUNAKAN METODE SIMULASI *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

Paridawati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto SH, Tembalang, Semarang 50275

\*Email: ida\_parida72@yahoo.com

### Abstrak

Saat ini mesin kendaraan bermotor mempunyai *engine map* yang dapat diubah-ubah mappingnya sesuai keinginan pemilik. Salah satu cara untuk mendapatkan map terbaik tentu saja diperlukan cara khusus agar tidak melakukan kesalahan dalam melakukan perubahan tersebut. *Artificial neural Network (ANN)*, saat ini sangat memegang peranan penting dalam melakukan optimasi terhadap efisiensi kinerja mesin, khususnya penurunan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini, dilakukan dengan tujuan untuk melakukan simulasi untuk mendapatkan kinerja mesin yang efisien. pertama-tama akan dilakukan pengambilan sejumlah data menggunakan scanner pada *engine control unit (ECU)* untuk mengetahui *engine map* saat ini (*existing*). Selanjutnya adalah melakukan optimasi menggunakan pemodelan menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)*. Pada simulasi ANN, digunakan kecepatan mesin, bukaan throttle, ignition timing dan time injection sebagai input, sedangkan output adalah torsi dan konsumsi bahan bakar. Optimasi dilakukan pada beberapa kondisi, yaitu posisi ignition timing maju 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% serta mundur 10%, 15% dan 20%. Hasil optimasi ANN menunjukkan hasil yang maksimal pada posisi ignition timing maju 20%, yaitu menurunkan konsumsi bahan bakar sampai 12%, sedang pada posisi ignition timing yang lain, terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar, sehingga dapat mengurangi efisiensi mesin.

**Kata kunci:** Peningkatan efisiensi, Sistem injeksi, *Artificial Neural Network*.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mesin-mesin otomotif saat ini dituntut untuk menghasilkan performa yang tinggi dengan konsumsi bahan bakar yang rendah serta menghasilkan nilai emisi yang rendah. Mesin-mesin yang telah memiliki *engine control unit (ECU)*, yaitu sebuah komponen elektronika di dalam mobil yang berfungsi untuk mengatur frekuensi dan lebar pulsa pada *fuel injector* dan waktu pengapian, akan dapat mengatur banyak atau tidaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar. Pengaturan-pengaturan ulang dalam ECU disebut *engine remap*. *Engine remap* sangat penting dilakukan khususnya untuk mesin-mesin yang masa penggunaan produknya sudah lewat ( $\pm 5$  tahun), atau adanya hal-hal lain seperti adanya keinginan si pemilik mesin untuk meningkatkan performa lebih dari performa yang sesuai pabriknya atau karena mesin tersebut akan digunakan untuk kondisi dan situasi tertentu, misalnya untuk balapan, dll. Namun lepas dari itu semua, yang lasim diinginkan oleh si pemakai biasanya pada umumnya menginginkan mesin dengan konsumsi bahan bakar rendah tanpa mengurangi performanya dan rendah emisi. Namun untuk menghasilkan *engine remap* dengan konsumsi bahan bakar dan emisi yang rendah dengan performa yang baik, perlu adanya perlakuan atau tindakan-tindakan khusus, baik secara mekanis maupun secara komputasi. Dalam penelitian ini, optimasi Engine map akan dilakukan dengan bantuan pemodelan *artificial neural network (ANN)* untuk mendapatkan engine map baru yang efisien dalam penggunaan bahan bakarnya. Dalam melakukan optimasi ada banyak pengaturan-pengaturan yang dapat dilakukan, seperti pengaturan waktu penyalan bahan bakar (*ignition timing*). Hal ini dapat diperoleh dari optimasi dengan melakukan engine remap pada ECU kendaraan, berupa pengubahan titik penyalan atau ignition timing, berdasarkan hasil prediksi ANN. Dengan adanya kontrol yang baik terhadap waktu penyalan, maka akan diperoleh efektifitas pembakaran yang baik sehingga secara tidak langsung juga mengurangi konsumsi bahan bakar dan kadar emisi [1].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, bahwa sebuah ANN dapat dilatih untuk melakukan tugas fungsi tertentu dengan menyesuaikan nilai-nilai koneksi antar elemen untuk menghasilkan output tertentu sesuai target [2]. Pemodelan ANN menggunakan prediksi efisiensi

volumetrik dapat menentukan optimasi map bahan bakar berdasarkan *air fuel ratio*, dan hasilnya akan memperbaiki performa, lebih hemat bahan bakar dan emisi ramah lingkungan [3]. Hasil optimasi dengan menentukan parameter pembakaran melalui model analitik dengan *software* khusus dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat [4]. Namun dalam melakukan optimasi, banyak hal yang perlu diperhatikan, yaitu jika waktu injeksi yang diberikan terlalu lama maka dapat menyebabkan peningkatan emisi gas buang dan boros dalam penggunaan bahan bakar. Jika waktu injeksi yang diberikan terlalu pendek maka injeksi bahan bakar yang diberikan terlalu sedikit sehingga dapat meningkatkan temperatur di ruang bakar yang akibatnya dapat membakar *valve-valve* pada ruang pembakaran. Jika waktu pengapian yang diberikan tidak tepat maka dapat terjadi detonasi. Oleh karena itu, agar diperoleh lama waktu injeksi dan waktu pengapian yang tepat, maka digunakan metode-metode yang dapat memberikan aksi kontrol berupa pulsa lama waktu injeksi dan waktu pengapian yang sesuai dengan kebutuhan sistem pembakaran [5]. Sebuah model jaringan saraf juga mampu memperkirakan komposisi bahan bakar berdasarkan termodinamika perhitungan produk gas buang [6]. Secara garis besarnya, bahwa konsumsi bahan bakar adalah fungsi dari kecepatan mesin, tekanan *manifold*, angka kompresi, perbandingan *bore/stroke*, dan volume langkah torak [5]. Disamping itu penggunaan model ANN, *prediksi air ratio* dapat digunakan untuk membantu model optimasi dengan membuat prediksi pengaturan waktu injeksi dan waktu pengapian agar lebih tepat sehingga mampu mengurangi kadar emisi gas buang dan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar [7].

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Alat yang digunakan

1. Mesin Uji
2. Electronic Control Unit (ECU)
3. Perangkat Lunak *Artifisial Neural Network* (ANN)
4. Engine Scanner
5. Dynamometer
6. Program ANN

### 2.2. Langkah-langkah Penelitian

1. Studi Literatur dan Survei.  
Penelitian ini diawali dengan survei dan pengumpulan sejumlah literatur, baik berupa buku, jurnal dan artikel tentang *engine remap* untuk kemudian dipelajari dan dijadikan acuan untuk melakukan penelitian ini.
2. Persiapan alat dan Mesin Uji.  
Mempersiapkan mesin uji dan sejumlah peralatan yang akan digunakan untuk membantu pengambilan data uji dari sejumlah sensor pada mesin uji.
3. Pengambilan data Awal (map standar).  
Pengambilan data sejumlah data, seperti kecepatan mesin (rpm) dan pembukaan Throttle (*throttle position*), *ignition timing*, *timing injection*, konsumsi bahan bakar, dsb.
4. Optimasi menggunakan model *Artifisial Neural Network* (ANN).  
Data yang telah didapat kemudian diolah dan dioptimasi menggunakan ANN.
5. Analisa Hasil Pemodelan ANN.  
Data-data dari hasil pengujian ECU, kemudian dianalisa dan dihitung efisiensinya.
6. Kesimpulan.  
Dari hasil analisa, selanjutnya dibuat menjadi kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian.

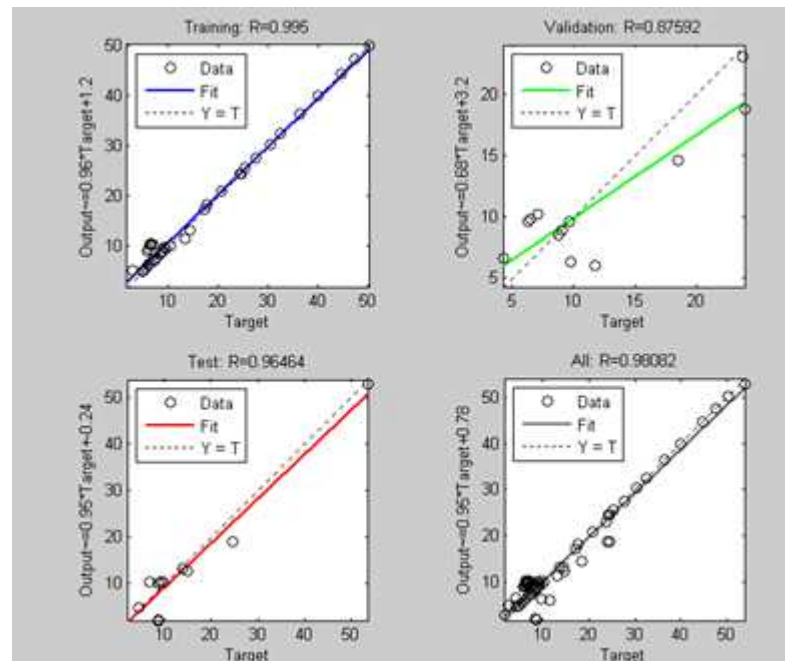
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil optimasi dengan program ANN menunjukkan hasil yang sangat diharapkan. Dan dengan arsitektur jaringan yang tepat, penentuan *ignition timing* dapat menghasilkan performa mesin yang efisien. Ada korelasi yang tinggi antara nilai-nilai diprediksi oleh model ANN dan nilai yang diukur dihasilkan dari pengujian eksperimental.

Ada korelasi yang kuat antara perubahan titik penyalan (*ignition timing*) dan kecepatan putaran mesin (rpm) dengan konsumsi bahan bakar dan torsi mesin. Artificial Neural Network (ANN) memberikan akurasi terbaik dalam pemodelan. Secara umum, jaringan syaraf tiruan

menawarkan keuntungan yang cepat, akurat dan dapat diandalkan dalam hasil memprediksi, terutama ketika metode numerik dan matematika gagal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma pelatihan Back Propagation cukup memadai dalam memprediksi torsi mesin, konsumsi bahan bakar berdasarkan kecepatan mesin dan ignition timing, dimana dari hasil simulasi didapatkan  $R^2$  sebesar 0,98082 untuk konsumsi bahan bakar dan Torsi. Dan simulasi dilakukan pada beberapa kondisi, yaitu pada kondisi ignition timing maju dari kondisi standar sebesar; 10%,15%,20%,25%,30%,35% dan 40% dan mundur 10%, 15%, 20%. Hasil dari simulasi didapat penurunan konsumsi bahan bakar pada posisi ignition timing maju 10%, 15%, dan 20%, tapi kemudian mengalami peningkatan konsumsi bahan bakar pada posisi maju 30%, 35% dan 40%, juga pada posisi mundur 10%, 15% dan 20%.



**Gambar 3.1 Hasil Simulasi ANN**

#### 4. KESIMPULAN

Hasil train ANN menunjukkan bahwa dengan memajukan titik penyalaan pada ruang bakar sesuai hasil simulasi ANN, dapat meningkatkan performa mesin berupa efisiensi penggunaan bahan bakar.

Dari beberapa tahap simulasi, dihasilkan nilai efisiensi mesin terbaik berada pada titik penyalaan 20%, dimana terjadi pengurangan penggunaan konsumsi bahan bakar sebesar 12%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sujono, (2007), "Kontrol Fuzi Pada Waktu Pengapian Motor Otto", Gema Teknik - Nomor 1/Tahun X Januari.
- Anant Bhaskar Garg, dkk., (2012), "Artificial Neural Network based Methodologies For Optimization of Engine Operations ", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 3,ISSN 2229-5518.
- Ryan Frank Young, (2010),"Utilization of a Neural Network to Improve Fuel Maps of an Air-Cooled Internal Combustion Engine", A thesis faculty of the Russ College of Engineering and Technology of Ohio University.
- Ivo Prah,dkk. (2009), "Application of Optimization Techniques to Determine Parameters of the Vibe Combustion Model", *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering* 5511, 715-726, Slovenia.
- Agus Sujono, (2010)," Deteksi Detonasi Motor Bakar Otto/Bensin Dengan Pengamatan Pola Getaran Dan Penentuan Derajat/Waktu Pengapian Menggunakan Sistem Kontrol Fuzi (*Fuzzy*

- Control*) Dan Metode *Artificial Neurall Network/Ann*”, *Jurnal Mekanika* Volume 8 Nomor 2.
- K. Y. Chan,dkk., (2013), “SI Engine Simulation Using Residual Gas and Neural Network Modeling to Virtually Estimate the Fuel Composition”, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science* 2013 Vol II, San Francisco, USA.
- Hendre Angga Prasetya dan Rusdhianto Effendi A. K, (2012), “Penerapan PID *Predictive Air-Ratio Controller* Pada *Mesin Mobil Mitsubishi Tipe 4G63 Untuk Meminimumkan Emisi Gas Buang*”, *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 1, No. 1 ISSN: 2301-9271].